

## Beschreibung

## Ferritkern mit neuer Bauform

5 Ferritkerne finden vielfältige neue Anwendungen in der Telekommunikation und in der Datentechnik. Für Datenübertragungsstandards, wie beispielsweise xDSL oder ISDN sind spezielle Material-Kern-Kombinationen erforderlich, da die Eigenschaften von Bauelementen mit Ferritkernen wesentlich sowohl vom  
10 Material als auch von der Kernform des Ferritkerns abhängig sind.

Beispielhafte Anwendungen finden Ferritkerne als Breitband-Übertrager für Impedanzanpassungen, als Splitter zur Trennung  
15 des Sprach- und Datenkanals (POTS) oder als Signal-Impulsübertrager in digitalen Telekommunikationsnetzen, in denen digitale oder analoge Signale verzerrungsarm übertragen werden. In modernen Endgeräten der Telekommunikation steigt die Anzahl der erforderlichen Bauelemente zusehends. Gleich-  
20 zeitig ist man bestrebt, Baugruppen und Module immer weiter zu verkleinern, um Größe und Gewicht der Endgeräte weiter zu verringern und damit die Handhabbarkeit zu verbessern. Entsprechende Baugruppen und Module weisen daher eine ständig zunehmende Packungsdichte der Bauelemente auf. Zusätzlich ist  
25 man bemüht, die Packungsdichte durch Auswahl solcher Bauelemente zu erhöhen, die eine geringere Montagefläche auf einer Unterlage, wie beispielsweise einer Platine erfordern. Trotz aller Minimierung der Bauelementabmessungen sollen sich dabei Leistung und Eigenschaften der Bauelemente nicht verschlech-  
30 tern.

Die Standardbauform für xDSL-Übertrager ist gegenwärtig ein EP13-Ferritkern. Dieser weist ein gutes Verhalten bezüglich einer verzerrungsarmen Übertragung auf, insbesondere besitzt  
35 ein EP13-Kern einen günstigen Core Distortion Factor. Dieser stellt eine geeignete Größe zur Beurteilung des Verzerrungsverhaltens und des Klirrfaktors dar. Um den Flächenbedarf des

Ferritkerns zu verringern, können kleinere Kerne als der EP 13 Kern herangezogen werden, insbesondere Standardbauformen wie EP10 und EP7-Kerne. Mit der verringerten Größe weisen diese Kerne aber auch einen kleineren Mittelbutzen auf, der  
5 für das Bauelement zu einem wesentlich höheren Core Distortion Factor führt und damit die Performance des Bauelements und dessen Geeignetheit für Datenübertragungen reduziert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine neue  
10 Bauform für einen Ferritkern zu finden, welcher bei verringerter Montagefläche ein ausreichend gutes Verzerrungsverhalten und einen gegenüber einem gleich großen Kern mit Standardbauform verbesserten Core Distortion Factor aufweist.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Ferritkern mit dem Merkmal von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Verwendungen der Erfindung sind aus den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

20 Der erfindungsgemäße Ferritkern ist in seiner Bauform zum Beispiel an die Standardbauform EP angenähert, besteht also aus zwei Kernhälften mit einer Trennfuge vertikal zur Montagefläche/Befestigungsebene und vertikal zur Längsachse. Der erfindungsgemäße Ferritkern stellt wie der EP-Kern eine Zwischenform zwischen einem E-Kern und einem Schalenkern dar. Er  
25 weist parallel zur Befestigungsebene und zur Längsachse einen beiderseits von zwei Seitenteilen flankierten Mittelbutzen auf. Ein quer zur Längsachse des Mittelbutzens angeordnetes Endstück verbindet Mittelbutzen und Seitenteile so, daß die  
30 Unterflanken von Mittelbutzen und Seitenteilen in einer Ebene angeordnet sind, welche parallel zur Befestigungsebene liegt. Der Kern weist eine Symmetrieebene auf, die vertikal zur Befestigungsebene steht und die Längsachse umfaßt. Im Unterschied zu bekannten EP-Kernen weist der erfindungsgemäße Ferritkern  
35 einen Mittelbutzen mit ovalem Querschnitt auf, dessen längste Ausdehnung vertikal zur Befestigungsebene steht.

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung folgen die nach innen weisenden Flächen der Seitenteile dem ovalen Querschnitt des Mittelbutzens in weitgehend konstantem Abstand und bilden einen Hohlraum zur Aufnahme eines Wickelkörpers.

5

Der erfindungsgemäße Ferritkern weist gegenüber einer vergleichbaren Standardbauform mit der gleichen Montagefläche eine verbesserte Performance auf. Dies bedeutet, daß ein erfindungsgemäßer Ferritkern einen Ferritkern mit größerer Montagefläche mit nur geringen Verlusten bei nahezu gleichbleibenden Eigenschaften ersetzen kann. Mit einem erfindungsgemäßen Ferritkern können daher Bauelemente produziert werden, die eine höhere Packungsdichte erlauben.

10

15 In seinen Außenabmessungen kann der erfindungsgemäße Ferritkern wie ein Standard-EP-Kern ausgebildet sein und eine rechteckige Grundfläche parallel zur Befestigungsebene aufweisen. Der Hohlraum zwischen Mittelbutzen und Seitenteilen, der zur Aufnahme eines Spulenkörpers mit zumindest einer  
20 Wicklung dient, wird durch die Seitenteile teilweise abgeschirmt. Die Seitenteile weisen daher eine größere Höhe über der Befestigungsebene auf als der Mittelbutzen. Der von den Seitenteilen gebildete Hohlraum ist vorzugsweise nach oben hin nicht vollständig geschlossen und weist nach unten zur  
25 Befestigungsebene hin eine maximale Öffnung auf, die dem maximalen Durchmesser des Hohlraums entspricht.

20

25

Vorteile werden mit einem erfindungsgemäßen Ferritkern bereits dann erzielt, wenn der Querschnitt des Mittelbutzens  
30 eine größere Höhen- als Breitenabmessung aufweist. Vorzugsweise entspricht der längste Durchmesser des ovalen Querschnitts, welcher vertikal zur Befestigungsebene ausgerichtet ist, zumindest dem 1,2-fachen des kürzesten parallel zur Befestigungsebene gemessenen Durchmessers. Erfindungsgemäße  
35 Ferritkerne können einen Mittelbutzen aufweisen, dessen Querschnitt Hauptachsen beziehungsweise Durchmesser aufweist, die sich bis zum Faktor 5 unterscheiden.

30

35

Ein erfindungsgemäßer Ferritkern weist einen geschlossenen magnetischen Kreis auf, ist aber zur Erleichterung der Montage des Spulenkörpers beziehungsweise der Wicklung zweigeteilt bzw. aus zwei Kernhälften ausgebildet, die entlang einer Trennfuge zum Gesamtkern zusammengefügt werden. Der vollständige Ferritkern besteht dabei bevorzugt aus zwei spiegelbildlichen Hälften, deren Symmetrieebene vertikal zur Befestigungsebene und vertikal zur Längsachse steht. Möglich ist es jedoch auch, den Ferritkern so zu teilen, daß Mittelbutzen und Seitenteile vollständig einer Kernhälfte zugehören, während die zweite "Kernhälfte" nur noch aus einem weiteren Endstück besteht, welches die freien Enden von Mittelbutzen und Seitenteilen miteinander verbindet. Möglich ist es jedoch auch, die Trennfuge des erfindungsgemäßen Ferritkerns an beliebiger Stelle quer zur Längsachse vorzusehen, wobei unterschiedlich große Kernhälften entstehen.

Zur Herstellung eines Übertragers aus dem erfindungsgemäßen Ferritkern wird über den Mittelbutzen ein Spulenkörper mit vorzugsweise zwei Wicklungen geschoben und der magnetische Kreis durch Aneinanderfügen der beiden Kernhälften geschlossen. Der Spulenkörper kann zusätzlich Befestigungs- und Kontaktierungsstifte aufweisen, die zum Anschluß der Wicklungsenden und zum Herstellen des elektrischen Kontakts mit der Leiterplatte oder dem Modulsubstrat dienen können. Den Zusammenhalt der Kernhälften können Halterungsteile garantieren, beispielsweise Bügel, Klammern oder Abdeckkappen.

Der Kern kann mit und ohne Luftspalt am Mittelbutzen vorgesehen werden und aus unterschiedlichen Ferritmaterialien hergestellt sein. Für Signalübertragungen besonders bevorzugt sind die aus dem EPCOS Datenbuch bekannten Ferritmaterialien T38, T42, N26 und T55.

Die Anwendung erfindungsgemäßer Ferritkerne ist jedoch nicht auf Signalübertragung beschränkt. Sie können auch als Lei-

stungsübertrager eingesetzt werden und zeichnen sich auch dadurch ihre gute Performance bei verbesserter beziehungsweise verringerter Montagefläche aus.

- 5 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Ferritkern im schematischen Aufriß

10

Figur 2 zeigt erfindungsgemäße Ferritkerne im schematischen Querschnitt

Figur 3 zeigt einen Ferritkern in der Draufsicht von oben

15

Figur 4 zeigt einen Ferritkern mit dazugehörigem Spulenkörper.

20

Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Ferritkern, bei dem ein Mittelbutzen MB und zwei Seitenteile parallel zu einer Längsachse L ausgerichtet sind. Quer zur Längsachse ist ein Endstück ES angeordnet, welches die Seitenteile S, S' und den Mittelbutzen MB verbindet. Der gesamte Kern ist spiegelsymmetrisch zu einer Spiegelebene SE ausgebildet, die durch die Mitte des Mittelbutzens verläuft, die Längsachse L enthält und quer zur Befestigungsebene steht. Die Unterkanten von Seitenteilen S, S' und Mittelbutzen MB liegen auf einer Ebene parallel zur Befestigungsebene BE. Der Mittelbutzen MB weist einen ovalen Querschnitt auf, dessen längste Ausdehnung vertikal zur Befestigungsebene BE ausgerichtet ist. Die Höhe der Seitenteile S und des Mittelbutzens MB ist im dargestellten Ausführungsbeispiel gleichgewählt, ist aber für erfindungsgemäße Kerne keine Voraussetzung.

30

35

Figur 2 zeigt weitere Ausführungsformen erfindungsgemäßer Kerne im schematischen Querschnitt quer zur Längsachse L. Figur 2a zeigt eine Ausführung, bei der die Höhe HK der Seiten-

teile S, S' größer ist als die Höhe HB des Mittelbutzens. Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten einfachsten Ausführungsbeispiel sind hier die zum Mittelbutzen weisenden Seitenflächen SF der Seitenteile S, S' gekrümmt und folgen mit entsprechend verlängertem Krümmungsradius der Krümmung des Mittelbutzens MB. Dementsprechend schließen die Seitenteile S, S' einen Hohlraum ein, dessen Innenflächen der Oberfläche des Mittelbutzens folgt und dementsprechend auch annähernd oval gestaltet ist. Der durch die Seitenteile gebildete Hohlraum mit halbovalen Querschnitt ist jedoch in Figur 2a oben nicht ganz geschlossen und weist zur Befestigungsebene BE hin eine maximale Öffnung auf. Das Verhältnis HB zu BB, also das Verhältnis von der Höhe des Mittelbutzens zur Breite des Mittelbutzens liegt bei erfindungsgemäßen Ferritkernen zwischen 1,2 und 4.

Figur 2b zeigt einen Ferritkern im schematischen Querschnitt, welcher im Vergleich zur Figur 2a ein höheres Verhältnis HB zu BB aufweist. Außerdem sind die beiden Seitenteile S nach oben so verlängert, so daß der von den Seitenteilen über dem Mittelbutzen eingeschlossene Hohlraum nach oben geschlossen ist.

Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Ferritkern in der Draufsicht. Ein vollständiger Ferritkern weist einen geschlossenen magnetischen Kreis auf, wozu erfindungsgemäß zwei Kernhälften erforderlich sind. In der Figur 3 sind zwei identische Kernhälften entlang einer Trennfuge TF so zu einem Gesamtkern vereinigt, daß dieser neben der bereits genannten Spiegelebene SE entlang der Längsachse L eine weitere Spiegelebene parallel zur Trennfuge TF aufweist. Der in der Draufsicht dargestellte Kern entspricht dem in Figur 2a dargestellten Kern, bei dem die Breite des Mittelbutzens MB (in der Figur strichpunktiert dargestellt) größer ist als die nach oben weisende Öffnung der beiden Seitenteile S, S'. Neben der dargestellten symmetrischen Teilung der beiden Kernhälften ist es möglich, den magnetischen Fluß innerhalb einer

der dargestellten Kernhälften nicht durch eine identische zweite Kernhälfte sondern durch ein entsprechendes weiteres Endstück ES zu schließen. Möglich sind natürlich auch alle anderen unsymmetrischen Teilungen, bei der die beiden "Kern-  
5 hälften" unterschiedlich lange Seitenteile S und Mittelbutzen MB aufweisen. Aus Symmetriegründen ist jedoch die in Figur 3 dargestellte symmetrische Teilung bevorzugt.

Figur 4 zeigt den entsprechenden Kern im schematischen Auf-  
10 riß. Getrennt vom Ferritkern ist ein Spulenkörper SK dargestellt, der über den Mittelbutzen geschoben wird und zur Aufnahme einer Wicklung dient. Der Spulenkörper SK weist dazu eine den Querschnitt des Mittelbutzens entsprechende Öffnung OF auf. Am unteren Ende besitzt der Spulenkörper Flansche F,  
15 in denen Anschlußstifte AS befestigt sind. Die Anschlußstifte AS dienen zum Anschluß der auf dem Spulenkörper SK angeordneten Wicklungen und zur Befestigung der aus Spulenkörper, Wicklung und Ferritkern bestehenden Gesamtanordnung, beispielsweise einem Übertrager.

20 Im folgenden wird nun zur Abschätzung des Verzerrungsverhalten eines erfindungsgemäß gemäß Figur 4 ausgebildeten Ferritkerns der geometriebezogene Core Distortion Factor berechnet und mit den entsprechenden Werten der bekannten Standard-  
25 bauformen EP10 und EP13 verglichen. Es wird ein Ferritkern mit den Außenabmessungen der Standardbauform EP10 hergestellt, der den erfindungsgemäßen ovalen Mittelbutzen aufweist. In der Tabelle sind die Kennwerte des erfindungsgemäßen EPX10-Kern genannten Ferritkerns den Werten der ver-  
30 gleichbaren Standardbauform EP10 sowie den Werten der nächstgrößeren Standardbauform EP13 gegenübergestellt.

	EP13	EPX10	EP10
a [mm]	12,5	11,5	11,5
b [mm]	8,8	7,6	7,6
h1 [mm]	12,85	10,20	10,20
V <sub>Einbau</sub> [mm <sup>3</sup> ]	1413	890	890
l <sub>e</sub> [mm]	24,2	21,5	19,2
A <sub>e</sub> [mm <sup>2</sup> ]	19,5	15,1	11,3
A <sub>min</sub> [mm <sup>2</sup> ] (Butzen)	14,9	13,2	8,55
A <sub>max</sub> [mm <sup>2</sup> ] (Wand)	49,0	31,2	37,8
l <sub>N</sub> [mm]	23,8	24,3	21,5
A <sub>N</sub> [mm <sup>2</sup> ]	13,8	11,4	11,4
CDF [mm <sup>-4,5</sup> ]	0,191	0,333	0,506

In der Tabelle stehen a und b für außen gemessene Breite und Höhe des Ferritkerns, h1 für die Länge, V<sub>Einbau</sub> für das Außen-  
 5 volumen, l<sub>e</sub> für die effektive magnetische Weglänge des Ferritkerns, A<sub>e</sub> für den effektiven magnetischen Querschnitt des Ferritkerns, l<sub>N</sub> für die mittlere Wicklungslänge des Spulen-  
 körpers und A<sub>N</sub> für den Wickelquerschnitt des Spulenkörpers.  
 Der Core Distortion Factor CDF berechnet sich nach einer bei-  
 10 spielsweise auf der MMPA User Conference, Chicago, September 1997 vorgestellten Methode nach

$$CDF = \frac{\sum l_i}{i l_e} \cdot \frac{l_e}{A_e^2} \cdot \frac{l_N^{3/2}}{A_N^{3/2}} = \frac{l_e}{A_e^2} \cdot \frac{l_N^{3/2}}{A_N^{3/2}}$$

15 Es zeigt sich, daß der erfindungsgemäße EPX10-Kern bei gleichen Außenabmessungen wie ein EP10-Kern dennoch ein wesentlich verbessertes magnetisches Verhalten und insbesondere einen wesentlich von 0,506 auf 0,333 verbesserten Core Distortion Factor zeigt. Der niedrige CDF des EPX10-Kerns liegt da-  
 20 mit in der Nähe der nächst größeren Standardbauform EP13. Damit ist klar, daß sich mit der Erfindung bei gleichbleibenden magnetischen Werten die Bauform und insbesondere die benötigte Montagefläche reduzieren läßt, beziehungsweise daß bei gleichbleibender Baugröße und insbesondere gleichbleibender



Montagefläche die magnetischen Werte eines Ferritkerns wesentlich verbessert werden können. Dies erlaubt höhere Integrationsdichten auf Modulen und Leiterplatten, die mit erfindungsgemäßen Ferritkernen beziehungsweise den daraus hergestellten Bauelementen wie Übertragen bestückt sind.

Obwohl die Erfindung nur anhand einiger repräsentativer Ausführungsbeispiele dargestellt werden konnte, liegt es auch im Rahmen der Erfindung, die Kernform noch anderweitig zu variieren, ohne vom erfindungsgemäßen Gedanken abzuweichen. Insbesondere ist der Außenform des Ferritkerns, also der Form der Seitenteile keine Begrenzung gesetzt. Die dargestellte kubische Außenform hat jedoch den Vorteil, daß sie bei gegebenen Außenvolumen zu Ferritkernen mit dem besten magnetischen Verhalten führt. Die kubische Außenabmessung erfindungsgemäßer Ferritkerne ist auch bezüglich der Platzoptimierung beim Einbau bevorzugt, da sie die kompakteste Bauform darstellt.

## Patentansprüche

## 1. Ferritkern für einen Übertrager mit den Merkmalen:

zwei Seitenteile (S,S') flankieren beidseits in symmetrischer Anordnung einen Mittelbutzen (MB), sind bei einem Ferritkern ohne Luftspalt von gleicher Länge wie der Mittelbutzen oder unterscheiden sich bei einem Ferritkern mit Luftspalt um dessen Breite von der Länge vom Mittelbutzen, und erstrecken sich mit jeweils konstantem Querschnitt entlang der Längsachse (L) des Ferritkerns (FK), ein quer zur Längsachse angeordnetes Endstück (ES) verbindet Mittelbutzen und Seitenteile so, daß die Unterkanten von Mittelbutzen und Seitenteilen in einer Ebene parallel zu einer späteren Befestigungsebene (BE) liegen, der Mittelbutzen hat einen ovalen Querschnitt ohne Kanten oder Ecken, der seine längste Ausdehnung vertikal zur Befestigungsebene aufweist, der Kern ist symmetrisch aufgebaut bezüglich einer die Längsachse enthaltenden und vertikal zur Befestigungsebene stehenden Spiegelebene (SE).

## 2. Ferritkern nach Anspruch 1,

bei dem die nach innen weisenden Flächen (SF) der Seitenteile (S,S') in weitgehend konstantem Abstand dem ovalen Querschnitt des Mittelbutzens (MB) folgen und einen Hohlraum zur Aufnahme eines Wickelkörpers (SK) bilden.

## 3. Ferritkern nach Anspruch 1 oder 2,

bei dem die Seitenteile (S,S') über der Befestigungsebene (BE) eine größere Höhe aufweisen als der Mittelbutzen (MB).

## 4. Ferritkern nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

bei dem der von den Seitenteile (S,S') gebildete Hohlraum zur Aufnahme des Wickelkörpers (SK) nach unten zur Befestigungsebene (BE) hin eine maximale Öffnung aufweist und nach oben weitgehend oder vollständig geschlossen

ist.

5. Ferritkern nach Anspruch 1,  
ausgebildet als EP-Kern, mit einem rechteckigen Umfang  
5 parallel zur Befestigungsebene (BE) und kubischen Außen-  
abmessungen.
6. Ferritkern nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
bei dem der längste Durchmesser des ovalen Querschnitts  
10 des Mittelbutzens (MB) etwa den 1,2 bis 5,0-fachen des  
kürzesten Durchmessers entspricht.
7. Ferritkern nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
der symmetrisch aufgebaut ist bezüglich einer Spiegelebe-  
15 ne, die vertikal zur Befestigungsebene und vertikal zur  
Längsachse steht.
8. Übertrager mit einem Ferritkern nach einem der Ansprüche  
1-7, bei dem der magnetische Kreis im Kern mit Hilfe  
20 zweier, gleich oder ähnlich aufgebauter Kernhälften oder  
eines zweiten Endstücks geschlossen ist und bei dem über  
dem Mittelbutzen ein Spulenkörper (SK) mit zumindest ei-  
ner Wicklung angeordnet ist.
- 25 9. Verwendung eines Ferritkerns nach einem der vorangehenden  
Ansprüche in einem Übertrager zur Signalübertagung.
10. Verwendung eines Ferritkerns nach einem der vorangehenden  
Ansprüche für eine xDSL Anwendung als Übertrager zur Im-  
30 pedanzanpassung und zur Isolation.
11. Verwendung eines Ferritkerns nach einem der vorangehenden  
Ansprüche mit den Außenmaßen eines EP 10 Kerns an Stelle  
eines herkömmlichen EP 13 Kerns.

## Zusammenfassung

### Ferritkern mit neuer Bauform

- 5 Es wird ein verbesserter und insbesondere für Übertrager geeigneter Ferritkern vorgeschlagen, welcher bei von E-Kernen abgeleiteten Bauformen vorschlägt, den Mittelbutzen mit ovalem Querschnitt zu gestalten, wobei die Längsachse des Mittelbutzens parallel zur Befestigungsebene ausgerichtet ist
- 10 und die längste Achse des ovalen Querschnitts vertikal zu dieser Befestigungsebene steht. Der Kern ist symmetrisch aufgebaut bezüglich einer die Längsachse enthaltenden und vertikal zur Befestigungsebene bestehenden Spiegelebene und ist
- 15 besonders verzerrungsarm.

Figur 1